LOMBARDINI 22 S.P.A
Via Lombardini, 22
20143 - Milano

RELAZIONE GEOLOGICA
ai sensi della l.r.12/2005, della d.g.r. 30 novembre 2011 - n. IX/2616 e della d.g.r. 19 giugno 2017 - n. X/6738

ISTANZA DI PROTOCOLLO D'INTESA EX ART. 11 DELLA L.N. 241/1990 AREA INDUSTRIALE UBICATA IN COMUNE DI MELZO, IN VIA MARCO POLO, 2

❒ Relazione tecnica

Gennaio 2024

Collaborazioni
Dott. Geol. Laura Ziliani
Dott. Geol. Samuele Corradini

Dott. Ing. Carlo Gorio
STUDIO ASSOCIATO
"INGEGNERIA E AMBIENTE"
Via Solferino n°55 - 25121 Brescia
Tel.:030/3757406 - Fax.:030/2899490
e-mail: ingambiente@ingambiente.it
pec: ingambiente@legalmail.it

LOMBARDINI 22 S.P.A.
VIA LOMBARDINI, 22
20143 MILANO

ISTANZA DI PROTOCOLLO D'INTESA EX ART 11 DELLA L N. 241/1990
AREA INDUSTRIALE UBICATA IN COMUNE DI MELZO
IN VIA MARCO POLO 2

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1. PREMESSA 2

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE DEL TERRITORIO 4

2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico 4

2.2 Caratteristiche idrogeologiche 6

3. VERIFICA DI CONFORMITÀ DEGLI INTERVENTI AI RISULTATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT E AI CONTENUTI DEL PGRA 10

3.1 Componente geologica del Piano di Governo del Territorio (PGT) 10

3.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) 12

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO PRELIMINARE 15

5. INQUADRAMENTO SISMICO 20

6. CONCLUSIONI 23

1. PREMESSA

Su incarico della società Lombardini 22 S.p.a. è stata effettuata la presente relazione geologica da allegare all'Istanza di protocollo di intesa ex art. 11 della L.N. 241/1990 area industriale ubicata in comune di Melzo, in via Marco Polo, 2.

La relazione geologica è stata prodotta ai sensi della l.r.12/2005, della d.g.r. 30 novembre 2011 - n. IX/2616 e della d.g.r. 19 giugno 2017 - n. X/6738, al fine di verificare la compatibilità degli interventi previsti con le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area.

Il Comune di Melzo è dotato di studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica approvato con delibera del Consiglio Comunale n° 32 del 29/07/2009. Attualmente, nell'ambito della Variante Generale al PGT, è in corso l'aggiornamento della Componente geologica del PGT.

L'area oggetto del presente documento è situata nella zona industriale del comune di Melzo. Gli interventi previsti contemplano la completa demolizione dell'edificio produttivo esistente e dei locali tecnici annessi e l'edificazione di un nuovo edificio a destinazione Data Center.

La superficie lorda del nuovo edificio sarà pari o inferiore rispetto a quella dell'edificio demolito (25.500 mq circa). Il nuovo edificio sarà composto da due aree principali: il Data Center, con le Sale Dati sviluppate su un piano fuori terra, e il blocco uffici/depositi, sviluppato su due piani fuori terra. Non sono presenti locali interrati.

La presente relazione è stata redatta approfondendo i seguenti temi:

- descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area e del territorio limitrofo;
- verifica della conformità degli interventi previsti alle prescrizioni contenute nella componente geologica del PGT e alle aree di pericolosità contenute nel PGRA;
- risultati delle indagini di dettaglio effettuate precedentemente.

Sono stati utilizzati i dati contenuti nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, integrati con ulteriori dati derivanti da sopralluoghi, da alcuni sondaggi effettuati a scopo ambientale e da indagini geotecniche eseguite nelle vicinanze.

Si sottolinea che il presente studio geologico non sostituisce le indagini geologiche e geotecniche previste dal Testo unico sulle costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018).

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE DEL TERRITORIO

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio oggetto di studio è situato nella porzione occidentale del territorio comunale di Melzo, nel settore della media pianura, subito a valle della transizione dal sistema dei terrazzi della alta pianura al livello modale della pianura.

Nella figura seguente (Vedi Figura 2.1) è riportato uno stralcio della Carta geomorfologica e dell'idrografia superficiale (Tav. 3), allegata alla Componente geologica del PGT.

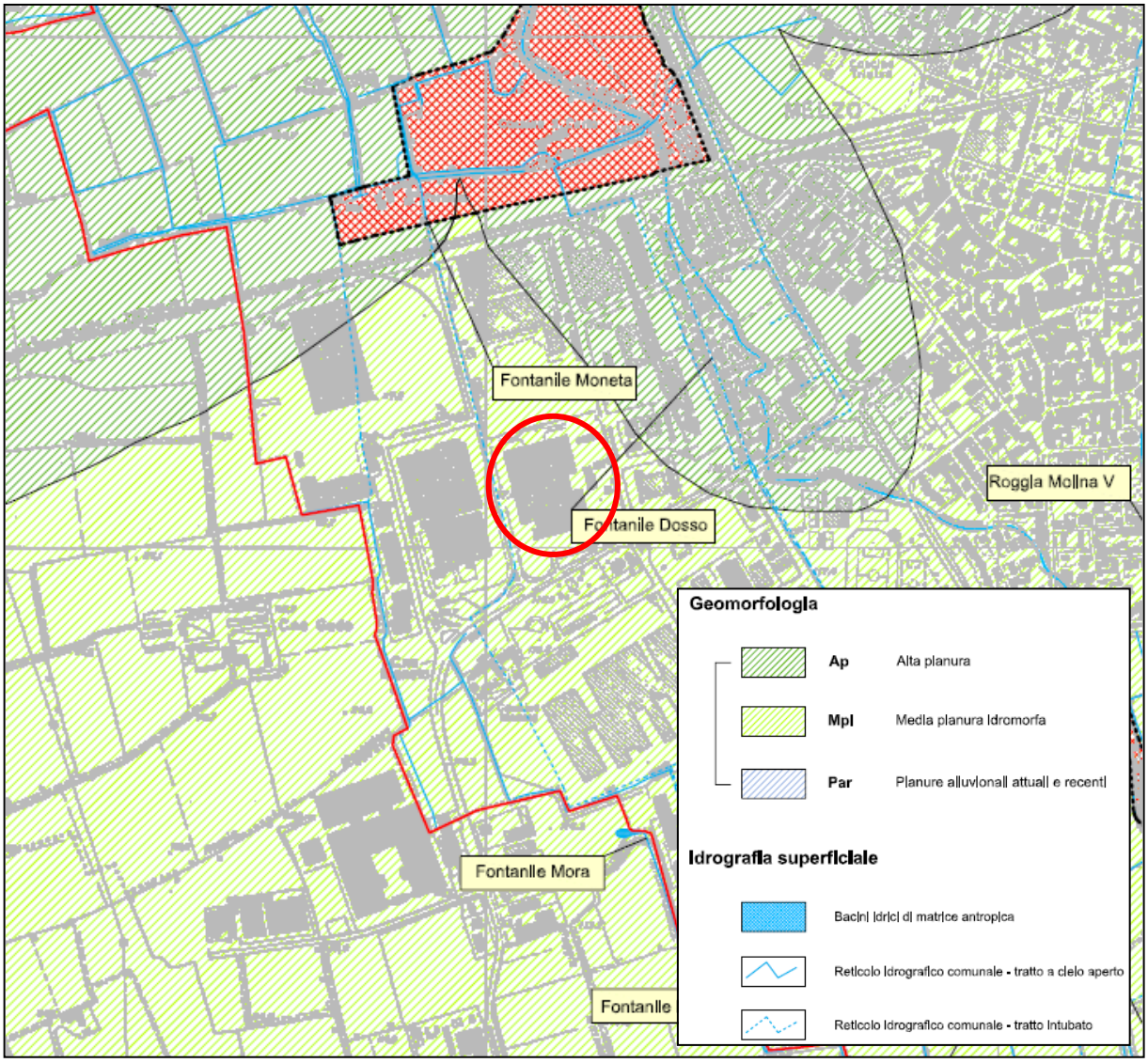

Figura 2.1 – Stralcio carta geomorfologica e dell'idrografia superficiale tratta da Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (Dott. D. Leoni, ottobre 2008)

Dal punto di vista geologico l'area è situata in corrispondenza dei **depositi fluvioglaciali e fluviali**, deposti nel Pleistocene superiore. Si tratta di sedimenti composti da alternanze di sabbia e ghiaie miste con orizzonti a forte percentuale di limo sabbioso; sono frequenti orizzonti metrici di sabbia pulita. Generalmente in superficie è presente un orizzonte di sabbia mista a ghiaia, alterata, di colore bruno-rossiccio.

La morfologia è subpianeggiante, con una debole pendenza verso sud variabile intorno al 3‰.

La superficie topografica presenta deboli ondulazioni allungate prevalentemente in direzione N-S legate all'attività delle acque che in passato hanno depositato, rielaborato ed eroso i materiali di superficie presenti in questo tratto di pianura, modellandone le forme. Tali ondulazioni corrispondono ad una rete di canali intrecciati (braided) generata dalle acque di un corso d'acqua di tipo torrentizio, con trasporto abbondante di detrito che ha costretto la corrente a deviare e a dividersi frequentemente.

Ne deriva che i depositi presentano una notevole variazione granulometrica sia in orizzontale che in verticale.

Nell'area oggetto di studio la morfologia originaria del territorio è stata profondamente modificata dall'attività antropica.

Dal punto di vista idrografico si segnala la presenza del Torrente Molgora che scorre ad est dell'area in esame ad una distanza di circa 360 m.

Dalla consultazione della Banca dati geologica di sottosuolo di Regione Lombardia risulta che a nord dell'area oggetto di studio, lungo la ferrovia, sono stati effettuati diversi sondaggi a carotaggio continuo, profondi da 10 a 30 m, di cui sono disponibili le stratigrafie (vedi Figura 2.2). Le stratigrafie confermano la presenza di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi caratterizzati da una certa variabilità granulometrica legata alla competenza delle correnti torrentizie che li hanno deposti.

Tutte le stratigrafie (vedi Allegato 1) evidenziano la presenza nei primi metri di sabbie e sabbie limose che si spingono fino a profondità variabili da 3.5 a 5.5 m. Inferiormente sono presenti ghiaie con sabbie, talora con ciottoli (diametro massimo 10 cm), contenenti lenti sabbiose più o meno ghiaiose. Da 28.7 m a 30 m di profondità da p.c. è stato incontrato un orizzonte di argilla limosa sabbiosa.

Figura 2.2 – Ubicazione sondaggi tratti da bibliografia a N dell'area di intervento (da Geoportale Regione Lombardia)

2.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico nel sottosuolo del Comune di Melzo si riconoscono tre Gruppi Acquiferi.

Gruppo Acquifero A - È generalmente caratterizzato dalla prevalenza di litotipi grossolani (ghiaie a matrice sabbiosa), con lenti argillose o argilloso-limose e si sviluppa fino a 35-45 m di profondità da piano campagna. La granulometria dei depositi varia in relazione all'energia delle correnti dei corsi d'acqua che li hanno deposti e globalmente nel territorio milanese diminuisce spostandosi verso sud; nell'area in esame si nota infatti una notevole variabilità granulometrica e i sedimenti sono costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie a matrice sabbiosa con intercalazioni di livelli limoso-sabbiosi o limoso-argillosi.

Questi terreni sono sede di un acquifero libero, alimentato soprattutto dall'infiltrazione delle acque meteoriche e irrigue. In profondità i livelli a bassa permeabilità, se caratterizzati da una certa continuità laterale, possono dare origine a falde semiconfinate, alimentate dalla ricarica proveniente da monte e/o dall'acquifero sovrastante in corrispondenza di interruzioni degli strati a bassa permeabilità che lo delimitano.

Gruppo Acquifero B - È rappresentato da una successione costituita da sabbie e ghiaie a matrice sabbiosa alternate a limi sabbiosi e argille limose di spessore da decimetrico a metrico. I livelli a bassa permeabilità, caratterizzati da una certa continuità laterale, separano gli orizzonti acquiferi dando origine a falde semiconfinate o confinate alimentate da zone di ricarica poste a monte e/o dall'acquifero sovrastante in corrispondenza di interruzioni degli strati impermeabili che lo delimitano.

Gruppo Acquifero C - È costituito da limi argillosi e sabbiosi grigi, talora fossiliferi. I livelli sabbiosi contengono falde confinate.

Nella Figura seguente (vedi Figura 2.3) è riportato uno stralcio della Carta idrogeologica (Tav. 4a) allegata alla Componente geologica del PGT.

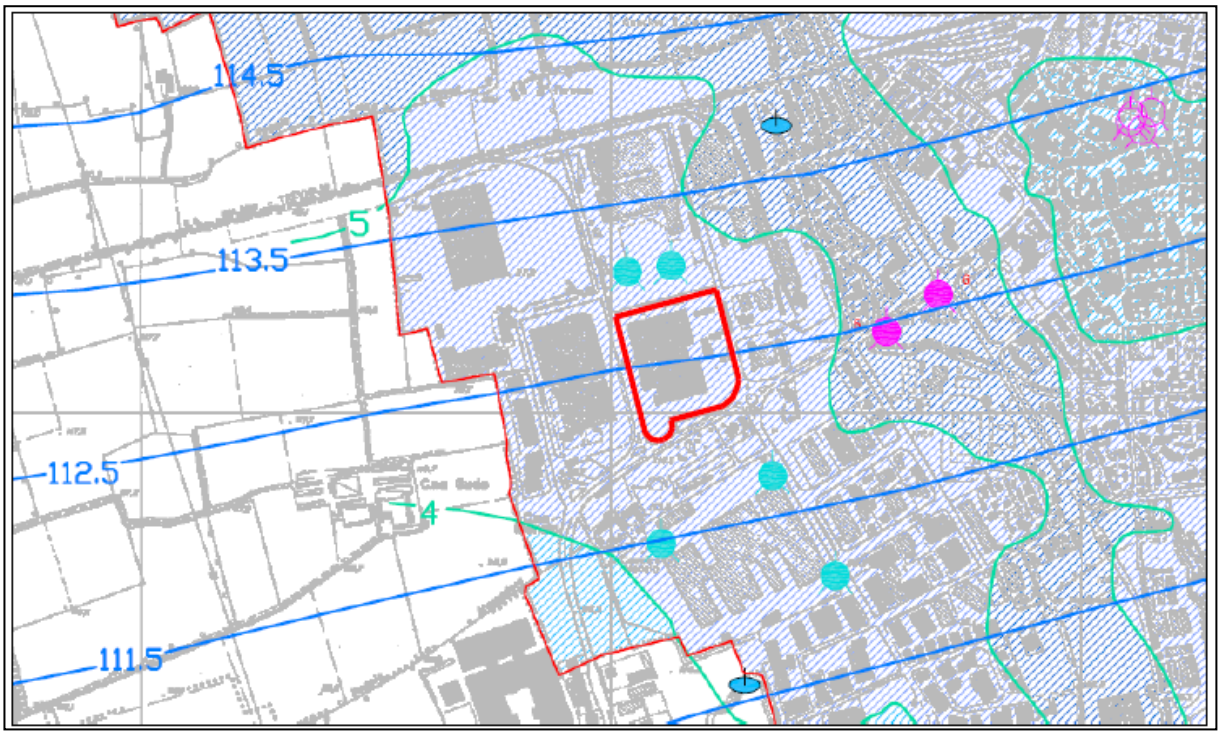

Figura 2.3 – Stralcio carta idrogeologica tratta da Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (Dott. D. Leoni, ottobre 2008)

Le linee isopiezometriche, riferite all'Agosto 2005, evidenziano un andamento E-W con un inarcamento nel settore orientale del territorio comunale, legato alla presenza del Fiume Adda che funge da asse di drenaggio. In corrispondenza dell'area in esame il deflusso delle acque sotterranee è diretto verso S.

La soggiacenza, riferita all'agosto 2005, nell'area in esame risulta compresa tra 4 e 5 m.

In data 16/10/2023, nell'ambito dell'Indagine ambientale preliminare eseguita dallo Studio Ingegneria e Ambiente di Brescia ai sensi del D.lgs. 152/06 e s.m.i, è stata effettuata una campagna di misura del livello della falda nei n.5 piezometri presenti in sito:

- Pz1 - 3,91 m da bocca pozzo
- Pz9 - 2,52 m da bocca pozzo
- Pz2 - 4,57 m da bocca pozzo
- Pz25 - 4,46 m da bocca pozzo
- Pz23 - 4,62 m da bocca pozzo.

Nella Figura seguente è riportata l'ubicazione dei piezometri

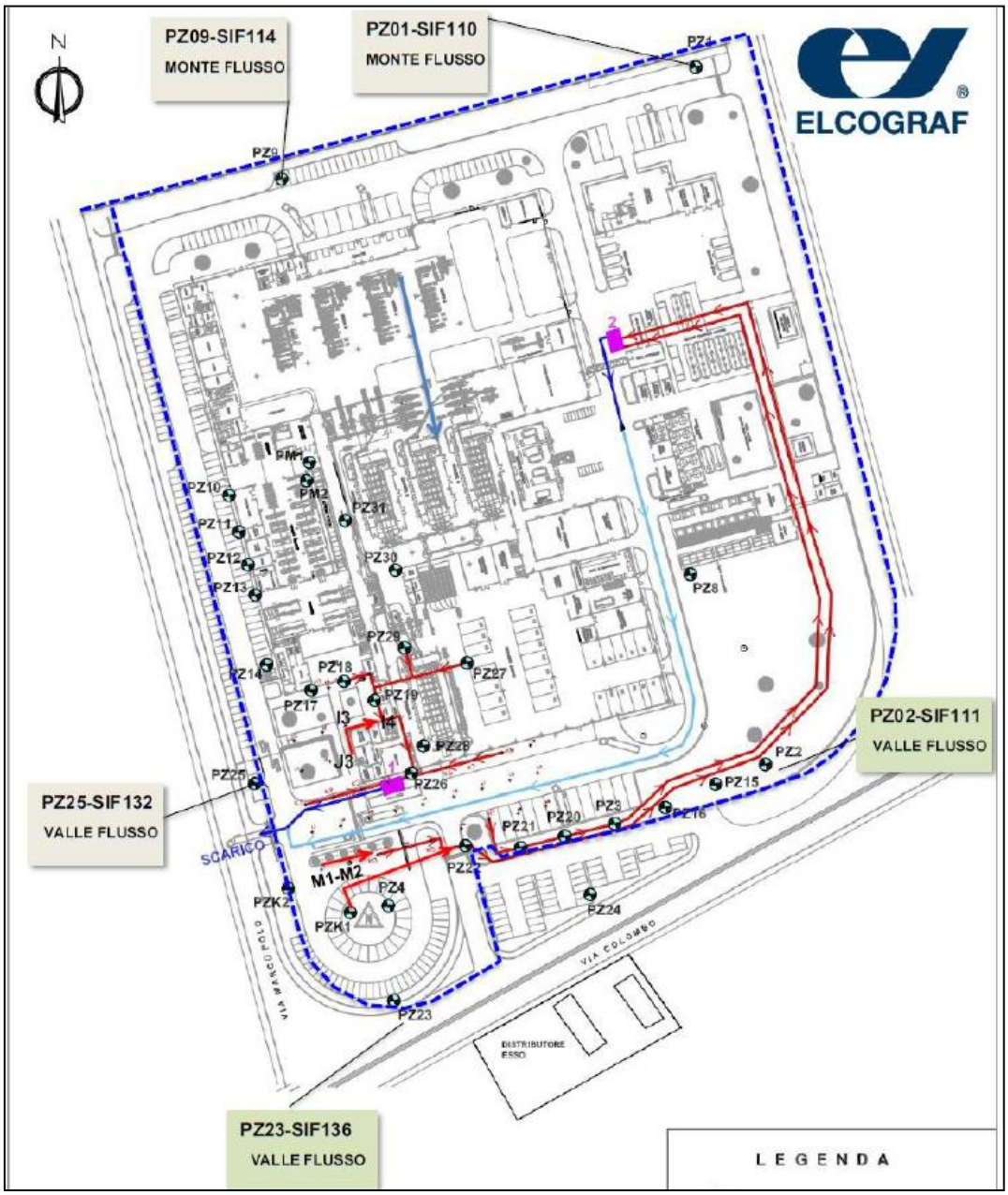

Figura 2.4 – Ubicazione piezometri presenti in corrispondenza dell'area di indagine

Come indicato nella Componente geologica del PGT il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee in corrispondenza dell'area oggetto di studio è elevato, a causa principalmente della permeabilità dei depositi ghiaioso sabbiosi, della protettività bassa dei suoli e della soggiacenza bassa della falda.

3. VERIFICA DI CONFORMITÀ DEGLI INTERVENTI AI RISULTATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT E AI CONTENUTI DEL PGRA

3.1 COMPONENTE GEOLOGICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO (PGT)

Il Comune di Melzo è dotato di studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT approvato con delibera del Consiglio Comunale n° 32 del 29/07/2009.

Nella Figura seguente (vedi Figura 3.1) è riportato uno stralcio della Carta dei vincoli (Tav. 8), dalla quale si deduce che l'area oggetto di indagine non presenta alcun vincolo, ad eccezione del vincolo di polizia idraulica presente sul corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore che lambisce l'area lungo il confine occidentale.

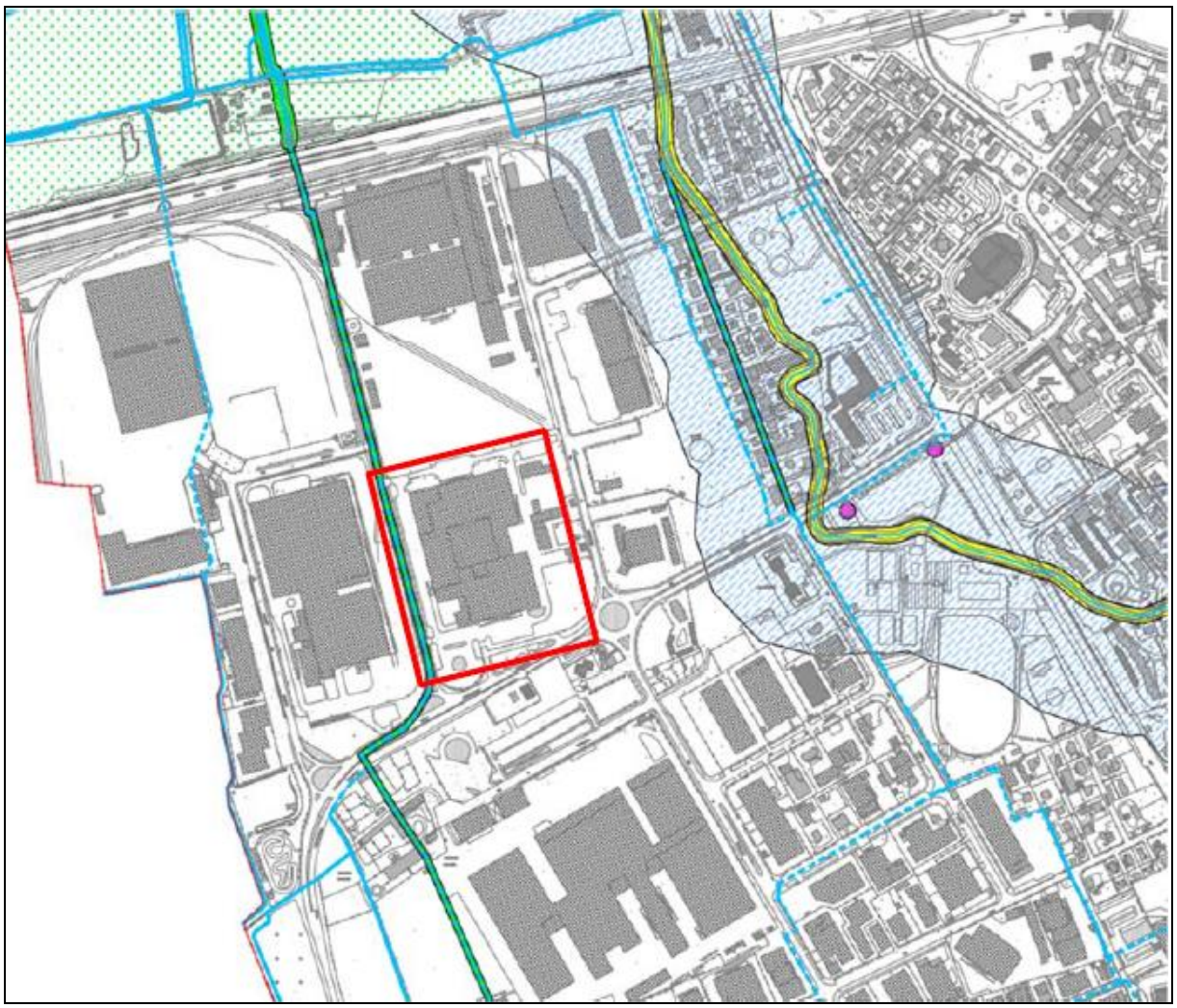

Figura 3.1 – Stralcio carta dei vincoli tratta da Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (Dott. D. Leoni, ottobre 2008)

Nella Figura seguente (vedi Figura 3.2) è riportato uno stralcio della Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano (Tav.10).

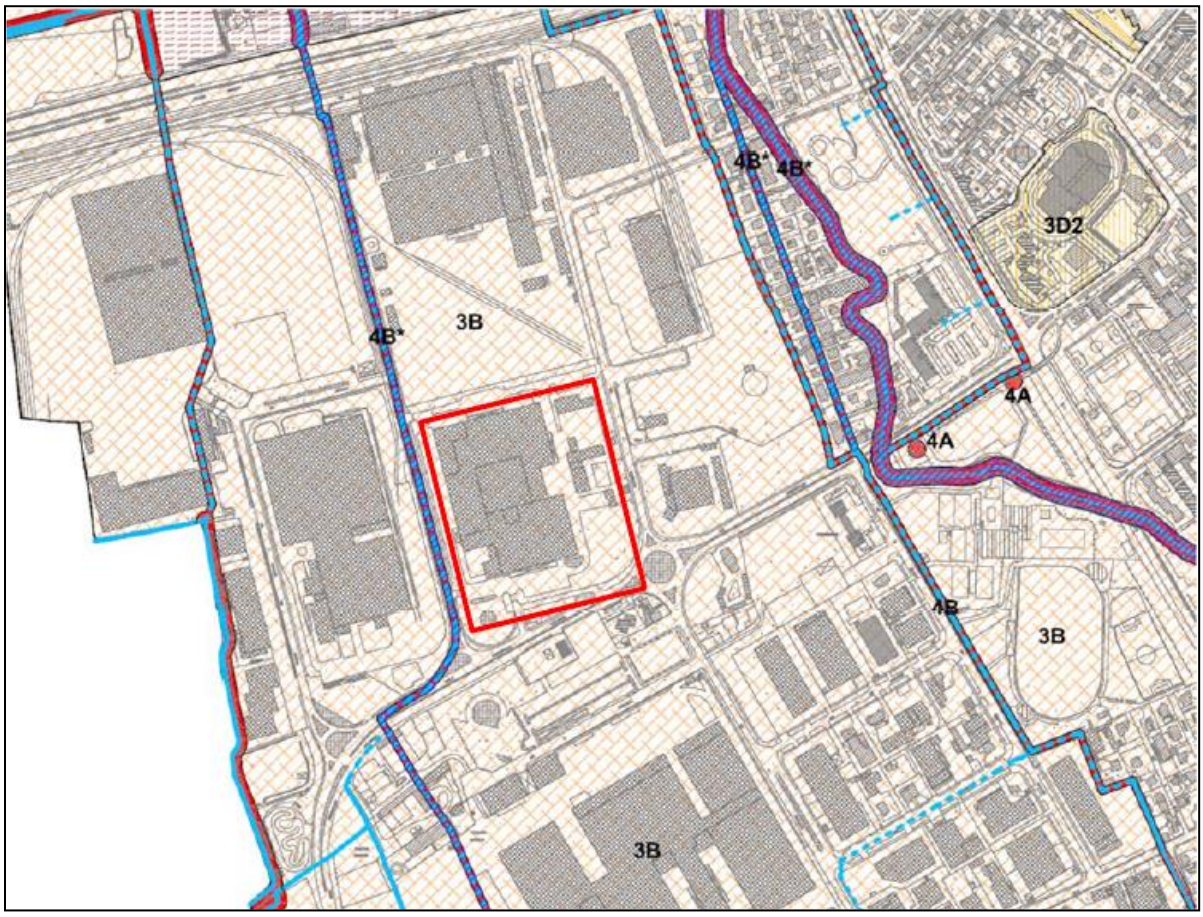

Figura 3.2 – Stralcio carta dei vincoli tratta da Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (Dott. D. Leoni, ottobre 2008)

L'ambito ricade nella seguente classe di fattibilità geologica, di cui si riportano in corsivo le relative prescrizioni:

Classe di fattibilità 3B – (Fattibilità con consistenti limitazioni) – **Aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero elevata: falda freatica da -2 a -10 m da p.c.**:

Prescrizioni: *Per le nuove opere edificatorie e/o di ampliamento, occorrerà prevedere interventi volti alla mitigazione del rischio di contaminazione della falda superficiale: collegamento alla rete fognaria o realizzazione di fosse tipo IMHOFF.*

Opere in sotterraneo potranno essere eseguite con particolari cautele di impermeabilizzazioni, in quanto le aree sono soggette a fluttuazioni della falda freatica.

Per nuovi interventi edificatori permane, inoltre, l'obbligo di eseguire indagini geotecniche (ai sensi del D.M. 11/03/88 e D.M. 14/09/2005).

3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, è stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e sono individuate le misure per ridurre il rischio stesso, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata.

Con D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle Mappe di Pericolosità del PGRA; sono previsti tre scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Le aree allagabili riguardano quattro diversi "ambiti territoriali" che si differenziano tra loro per i diversi approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili stesse:

- Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM);

- Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree Costiere Lacuali (ACL).

In Comune di Melzo le aree allagabili riguardano l'ambito territoriale Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP); la delimitazione delle aree allagabili deriva da studi commissionati dall'Autorità di Bacino.

Nella Figura seguente (vedi Figura 3.3) è rappresentato lo stralcio della mappa della pericolosità del PGRA, per i tre eventi alluvionali previsti nel PGRA, relativi al Reticolo Principale (RP).

Figura 3.3 – Stralcio mappa della pericolosità del PGRA – REV 2022 tratta da Geoportale regione Lombardia

Come si può osservare **l'area oggetto di indagine è interessata dalle alluvioni poco frequenti (P2/M).**

Con D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza. Secondo tali disposizioni i Comuni interessati dalle aree allagabili devono procedere ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico e il PGRA e, ove necessario, devono adeguare gli strumenti urbanistici al PGRA.

In particolare, il Comune di Melzo è tenuto a verificare le condizioni di pericolosità e rischio locali nelle aree già urbanizzate interessate da allagamenti con pericolosità P3/H e P2M nel PGRA. Tali aree sono rappresentate sulle Mappe del rischio del PGRA come R4. La verifica idraulica deve essere effettuata secondo le procedure riportate nell'Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616/2011, tenendo conto dei nuovi dati utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA.

Il comune di Melzo ha incaricato lo Studio Idrogeotecnico S.r.l. di Milano di effettuare uno studio delle condizioni di pericolosità e rischio locali nelle aree allagabili legate al Torrente Molgora, i cui risultati sono riportati nel documento: *Valutazione preliminare delle condizioni di compatibilità idraulica ai sensi dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616 del 30.11.2011 e della DGR X/6738 del 19.06.2017 – Istanza di protocollo d'intesa ex art. 11 della L. n. 241/1990- Area industriale ubicata in comune di Melzo, via Marco Polo, 2 e ricadente in area a rischio idraulico del Torrente Molgora* (Studio Idrogeotecnico s.r.l., dicembre 2023).

Dallo studio effettuato a seguito di approfondimenti topografici eseguiti nell'ottobre 2023 emerge che l'area in oggetto rientra all'interno della classe di pericolosità H1.

Attualmente, nell'ambito della Variante Generale al PGT, è in corso l'aggiornamento della Componente geologica del PGT al fine di adeguare il PGT al PGRA e ai risultati della valutazione delle condizioni di rischio e pericolosità idraulica effettuate sul torrente Molgora.

Come illustrato nel documento citato, cui si rimanda per le valutazioni di compatibilità idraulica degli interventi in progetto, l'area oggetto di indagine ricade nella classe di fattibilità 3BO – ambiti di bonifica (fattibilità con consistenti limitazioni) ed in particolare nella Sottoclasse 3BO_H1: ambiti ricadenti in aree a pericolosità idraulica H1.

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO PRELIMINARE

Il progetto prevede la completa demolizione dell'edificio produttivo esistente e dei locali tecnici annessi e l'edificazione di un nuovo edificio a destinazione Data Center, ovvero un sito industriale con la presenza di "Sale Dati" dove si sviluppa il processo digitale, attraverso lo stoccaggio, il processamento ed il trattamento di dati digitali.

In questa fase preliminare non sono state eseguite indagini geotecniche sito-specifiche che dovranno essere effettuate nelle successive fasi progettuali in ottemperanza a quanto indicato nella classe di fattibilità in cui ricade l'area di indagine sia ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018.

Le indagini geotecniche, oltre che ricostruire l'assetto litologico del sottosuolo interessato dalla nuova costruzione, avranno anche lo scopo di verificare l'effettivo spessore ed eventuali eterogeneità dei materiali rimaneggiati/riportati collegati alla presenza sia dell'edifico esistente e relativo piano di fondazione sia dei locali tecnici collegati.

Il piano di indagine dovrà essere opportunamente progettato sia rispetto al numero che alla tipologia delle indagini e alla loro profondità di investigazione anche in funzione degli effettivi incrementi di carico della nuova struttura in progetto rispetto a quanto già realizzato.

Per l'inquadramento geotecnico preliminare si è fatto riferimento in questa fase ai dati geognostici e alle considerazioni effettuate nell'ambito della Componente Geologica, idrogeologica e sismica del PGT.

La raccolta dei dati bibliografici disponibili ha permesso di suddividere il territorio in quattro macro-unità geotecniche (vedi Figura 4.1).

L'area oggetto di intervento, in base ai dati disponibili, è collocata a cavallo tra la Macro-Unità Geotecnica 2 e la Macro-Unità Geotecnica 3.

La Macro-Unità Geotecnica 2 presenta un allungamento areale in direzione nord-sud lungo il corso del T. Molgora, dove le esondazioni degli anni passati hanno depositato una coltre di sedimenti limoso-argillosi.

I suoli si presentano poco addensati con matrice limoso argillosa e sono caratterizzati da un drenaggio mediocre.

Tale macro-unità è stata suddivisa in tre unità litotecniche differenti.

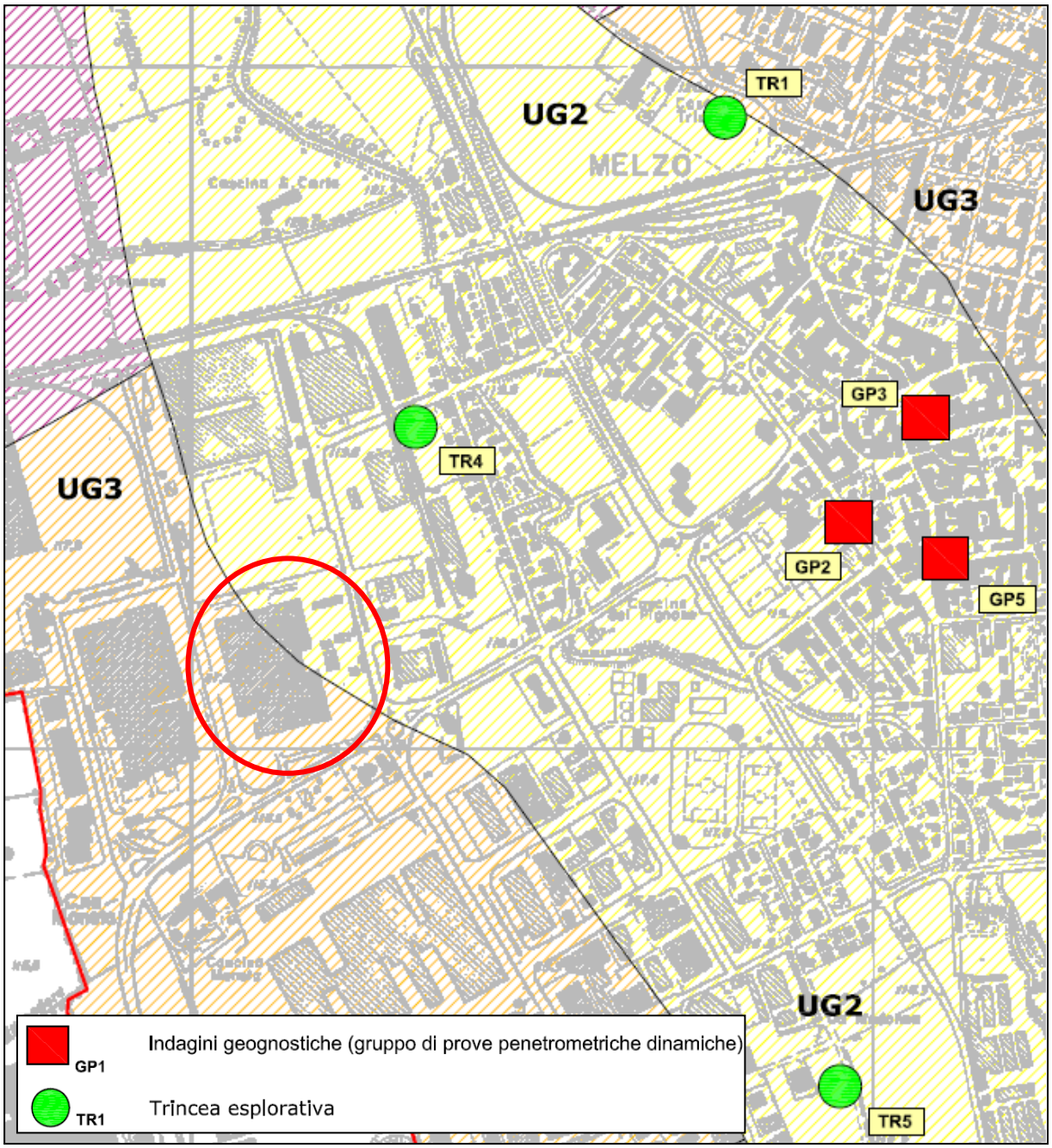

Figura 4.1 – Stralcio carta geotecnica del suolo e del primo sottosuolo tratta da Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (Dott. D. Leoni, ottobre 2008)

L'unità litotecnica 1, presente fino a profondità variabili da 1.2 m a 2.4 m è caratterizzata da valori di N_{SCPT} mediamente pari a 1-2 colpi, indicativi di un grado di addensamento generalmente molto basso.

È litologicamente riconducibile a limi variabilmente sabbioso argillosi e presenta scarse caratteristiche geotecniche.

Di seguito (vedi Tabella 4.1) si riportano i valori geotecnici relativi all'unità litotecnica 1 che, in ragione della macro-scala a cui sono riferiti hanno valore puramente indicativo.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{dcpt} (colpi da prova Scpt)	1 ÷ 2	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	2 ÷ 3	colpi/piede
γ (peso di volume)	16 ÷ 17	KN/m^3
ϕ (angolo di attrito)	26 ÷ 27	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	< 15	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	15	%

Tabella 4.1 – Parametri geotecnici indicativi tratti da PGT - Macro Unità Geotecnica 2 – unità litotecnica 1

L'unità litotecnica 2, presente inferiormente alla precedente fino a profondità variabili da 2.4 m a 3.6 m è caratterizzata da valori di N_{SCPT} mediamente pari a 7-9 colpi, indicativi di un grado di addensamento generalmente basso.

È litologicamente riconducibile a sabbie variamente limoso ghiaiose e presenta caratteristiche geotecniche medio -basse.

Di seguito (vedi Tabella 4.2) si riportano i valori geotecnici relativi all'unità litotecnica 2 che, in ragione della macro-scala a cui sono riferiti hanno valore puramente indicativo.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{dcpt} (colpi da prova Scpt)	7 ÷ 9	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	10 ÷ 13	colpi/piede
γ (peso di volume)	16 ÷ 17	KN/m^3
ϕ (angolo di attrito)	26 ÷ 27	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	100 ÷ 150	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	20 ÷ 30	%

Tabella 4.2 – Parametri geotecnici indicativi tratti da PGT - Macro Unità Geotecnica 2 – unità litotecnica 2

L'unità litotecnica 3, presente inferiormente alla precedente è caratterizzata da un incremento dei valori di N_{SCPT} (mediamente pari a 15-20 colpi), indicativi della presenza di terreni da moderatamente addensati ad addensati.

È litologicamente riconducibile a sabbie variabilmente ghiaiose e presenta caratteristiche geotecniche discrete -buone.

Di seguito (vedi Tabella 4.3) si riportano i valori geotecnici relativi all'unità litotecnica 3 che, in ragione della macro-scala a cui sono riferiti, hanno valore puramente indicativo.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{dcpt} (colpi da prova Scpt)	15 ÷ 20	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	22 ÷ 30	colpi/piede
γ (peso di volume)	17 ÷ 19	KN/m^3
ϕ (angolo di attrito)	32 ÷ 35	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	310 ÷ 400	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	> 50 ÷ 70	%

Tabella 4.3 – Parametri geotecnici indicativi tratti da PGT - Macro Unità Geotecnica 2 – unità litotecnica 3

La Macro-Unità Geotecnica 3 risulta invece caratterizzata da livelli ghiaiosi a bassa profondità, con suoli poco profondi, che permettono di ottenere buone caratteristiche geotecniche.

Tale macro-unità è stata suddivisa in due unità litotecniche differenti.

L'unità litotecnica 1 è caratterizzata da valori di N_{SCPT} mediamente pari a 3-5 colpi, indicativi di terreni poco addensati.

È litologicamente riconducibile a sabbie variabilmente limoso ghiaiose e presenta mediocri caratteristiche geotecniche.

Di seguito (vedi Tabella 4.4) si riportano i valori geotecnici relativi all'unità litotecnica 1 che, in ragione della macro-scala a cui sono riferiti hanno valore puramente indicativo.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{dcpt} (colpi da prova Scpt)	3 ÷ 5	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	4 ÷ 7	colpi/piede
γ (peso di volume)	16 ÷ 17	KN/m^3
ϕ (angolo di attrito)	26 ÷ 27	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	100 ÷ 130	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	20 ÷ 30	%

Tabella 4.4 – Parametri geotecnici indicativi tratti da PGT - Macro Unità Geotecnica 3 – unità litotecnica 1

L'unità litotecnica 2 è presente inferiormente alla precedente ed è caratterizzata da valori di N_{SCPT} mediamente pari a 25-30 colpi, indicativi di terreni da moderatamente addensati ad addensati.

È litologicamente riconducibile a sabbie variabilmente ghiaiose e presenta caratteristiche geotecniche discrete -buone.

Di seguito (vedi Tabella 4.5) si riportano i valori geotecnici relativi all'unità litotecnica 2 che, in ragione della macro-scala a cui sono riferiti hanno valore puramente indicativo.

Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
N_{dcpt} (colpi da prova Scpt)	15 ÷ 20	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	22 ÷ 30	colpi/piede
γ (peso di volume)	17 ÷ 19	KN/m^3
ϕ (angolo di attrito)	> 33 ÷ 35	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	310 ÷ 400	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	> 50 ÷ 70	%

Tabella 4.5 – Parametri geotecnici indicativi tratti da PGT - Macro Unità Geotecnica 3 – unità litotecnica 2

I sondaggi eseguiti fino a profondità massime di 5 m da p.c. attuale nell'ambito dell'indagine ambientale preliminare (Studio Associato "Ingegneria e Ambiente" – novembre 2023) hanno confermato la presenza superficiale di spessori significativi (fino a profondità generalmente variabili tra 2.5 m – 4 m) di materiali limoso argillosi.

Inferiormente sono presenti sabbie variabilmente limose passanti a sabbie ghiaiose in profondità.

5. INQUADRAMENTO SISMICO

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)" Regione Lombardia propone la revisione delle zone sismiche con lo scopo di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento derivanti dalle NTC 2008 per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di a_g desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, classifica il comune di Melzo in Zona sismica 3

Il D.M. 14 gennaio 2008 e il successivo D.M. 17 gennaio 2018, contenenti le nuove Norme tecniche per le costruzioni e il loro Aggiornamento, sono strutturati in maniera tale da non assegnare più alle zone sismiche un valore univoco di a_g, ma questo viene calcolato sulla base di una griglia di punti derivante dalla carta della pericolosità sismica redatta dall'INGV nel 2006.

In base a tale griglia è possibile ricostruire la "pericolosità sismica di base" del sito in oggetto, dalla quale verrà successivamente determinata l'"azione sismica di progetto" necessaria per effettuare le verifiche secondo i diversi stati limite presi in considerazione nella progettazione.

Coordinate Sito in esame (ED50 / *WGS84*):

latitudine: 45.4966 / *45.495668*

longitudine: 9.41177 / *9.410715*

Coordinate Siti di riferimento (ED50):

- Sito 1 ID: 12041 Lat: 45,5142 Lon: 9,3560 Distanza: 4766,323

  Sito 2 ID: 12042 Lat: 45,5166 Lon: 9,4272 Distanza: 2526,697

  Sito 3 ID: 12264 Lat: 45,4667 Lon: 9,4306 Distanza: 3639,690

  Sito 4 ID: 12263 Lat: 45,4642 Lon: 9,3595 Distanza: 5436,674

Per il sito in esame, attribuendo in questa fase all'opera in progetto una Classe II e una vita nominale di 50 anni, si ottengono i seguenti valori per i parametri a_g, F_0 e TC*

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	TC* [s]
S.L.O.	30.0	0.226	2.528	0.181
S.L.D.	50.0	0.294	2.526	0.205
S.L.V.	475.0	0.657	2.587	0.283
S.L.C.	975.0	0.843	2.594	0.294

Dove:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero, su suolo rigido di categoria A e con superficie topografica orizzontale;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante

A questo punto, per ottenere effettivamente i valori delle accelerazioni massime attese al sito e i coefficienti sismici necessari per effettuare le verifiche risulta necessario considerare le possibili amplificazioni del moto sismico legate alle litologie presenti e alla topografia sito-specifica.

Da un punto di vista topografico l'area esaminata è posta in una porzione di territorio pianeggiante e rientra quindi nella categoria topografica T1 – *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<15°* (vedi § 3.2.2 D.M. 17/01/2018).

L'analisi territoriale effettuata nell'ambito del PGT ha individuato per l'area di indagine uno scenario di pericolosità sismica locale *Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.*

Per valutare il valore delle Vs_{eq} sito-specifico sarà necessario eseguire, nelle successive fasi progettuali, un'indagine sismica in corrispondenza dell'area.

Si specifica come la componente sismica del PGT vigente sia stata redatta ai sensi della D.G.R. 22/11/2008 n. 8/1566 e non risulti quindi aggiornato alla D.G.R. 30 novembre 2011 - n. IX/2616 - Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio".

Per tale motivo l'applicazione della procedura di 2° livello effettuata nell'ambito del PGT per la valutazione delle possibili amplificazioni di tipo litologico tiene conto di un unico Valore Soglia per le categorie di sottosuolo B, C ed E.

Nelle successive fasi progettuali risulterà quindi necessario, sulla base dei risultati dell'indagine sismica sito-specifica, verificare l'effettiva possibile amplificazione sismica in corrispondenza del sito applicando la procedura di 2° livello ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011.

6. CONCLUSIONI

I dati sopra riportati evidenziano che gli interventi in progetto sono compatibili con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio.

Nel cap. 7 della *Valutazione preliminare delle condizioni di compatibilità idraulica ai sensi dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616 del 30.11.2011 e della DGR X/6738 del 19.06.2017 – Istanza di protocollo d'intesa ex art. 11 della L. n. 241/1990- Area industriale ubicata in comune di Melzo, via Marco Polo, 2 e ricadente in area a rischio idraulico del Torrente Molgora* (Studio Idrogeotecnico s.r.l., dicembre 2023) sono contenute alcune indicazioni riguardanti la compatibilità idraulica degli interventi in progetto.

In questa fase preliminare non sono state eseguite indagini geotecniche sito-specifiche che dovranno essere effettuate nelle successive fasi progettuali in ottemperanza a quanto indicato nella classe di fattibilità in cui ricade l'area di indagine sia ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018. Le indagini geotecniche, oltre che ricostruire l'assetto litologico del sottosuolo interessato dalla nuova costruzione, avranno anche lo scopo di verificare l'effettivo spessore ed eventuali eterogeneità dei materiali rimaneggiati/riportati collegati alla presenza sia dell'edifico esistente e relativo piano di fondazione sia dei locali tecnici collegati. Il piano di indagine dovrà essere opportunamente progettato sia rispetto al numero che alla tipologia delle indagini e alla loro profondità di investigazione anche in funzione degli effettivi incrementi di carico della nuova struttura in progetto rispetto a quanto già realizzato.

I sondaggi eseguiti fino a profondità massime di 5 m da p.c. attuale nell'ambito dell'indagine ambientale preliminare (Studio Associato "Ingegneria e Ambiente" – novembre 2023) hanno rilevato la presenza superficiale di spessori significativi (fino a profondità generalmente variabili tra 2.5 m – 4 m) di materiali limoso argillosi.

Le indagini saranno necessarie anche per una verifica dell'oscillazione della falda funzionale ad un corretto dimensionamento dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche nel rispetto dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017.

Brescia, Gennaio 2024

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Samuele Corradini